



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

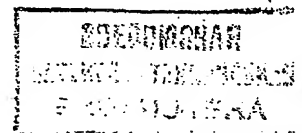
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР

(19) **SU** (11) **1693366 A1**

(51)5 G 01 B 7/18

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



1

(21) 4690763/28

(22) 07.03.89

(46) 23.11.91. Бюл. № 43

(71) Московский авиационный институт им. Серго Орджоникидзе

(72) Р.А.Михеев и А.Г.Дворников

(53) 539.37.531.781.2 (088.8)

(56) Тензометрия в машиностроении. Справочное пособие./Под ред. Р.А.Макарова. - М.: Машиностроение, 1975, с. 24.

(54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОМПОНЕНТ НАПРЯЖЕНИЙ

(57) Изобретение относится к измерительной технике, а именно к тензометрии поверхностей конструкций, находящихся в сложно-напряженном состоянии. Цель изобретения - повышение точности и надежности определения компонент напряжений.

2

брения - повышение точности и надежности определения компонент напряжений. Цель достигается благодаря установке четырех тензорезисторов относительно заданной оси X на конструкции под углами $\varphi_1 = -\arctg \sqrt{\mu}$, $\varphi_2 = +\arctg \sqrt{\mu}$, $\varphi_3 = 90^\circ - \arctg \sqrt{\mu}$ и $\varphi_4 = 90^\circ + \arctg \sqrt{\mu}$, где μ - коэффициент Пуассона материала конструкции. Способ обеспечивает высокую точность определения компонент напряжений σ_x , σ_y и τ_{xy} по показаниям четырех тензорезисторов и возможность определения двух компонент σ_x и τ_{xy} или σ_y и τ_{xy} в случае отказа двух тензорезисторов. 1 ил.

Изобретение относится к измерительной технике, а именно к тензометрии поверхности конструкций, находящихся в сложно-напряженном состоянии.

Целью изобретения является повышение точности и надежности определения компонент напряжений.

На чертеже показана схема реализации способа.

На схеме приняты следующие обозначения: 1 - исследуемая конструкция; 2 - связующее; 3 - электроизолирующая основа; $\varphi_1 - \varphi_4$ - соответственно углы между заданной осью X и тензорезисторами TP1, TP2, TP3 и TP4.

Способ осуществляют следующим образом.

В заданных условиях эксперимента в зоне поверхности исследуемой конструкции 1 при помощи связующего 2 устанавливают четырехкомпонентную розетку

тензорезисторов TP1-TP4, которая может быть выполнена как в виде четырех чувствительных элементов, закрепленных на общей электроизолирующей основе 3, так и как набранная из отдельно выполненных тензорезисторов. Тензорезисторы TP1-TP4 устанавливают относительно заданной оси X на конструкции (например, совпадающей с направлением действия максимальных нормальных напряжений) соответственно под углами

$$\varphi_1 = -\arctg \sqrt{\mu}; \quad \varphi_2 = +\arctg \sqrt{\mu}$$

$$\varphi_3 = 90^\circ - \arctg \sqrt{\mu};$$

$$\varphi_4 = 90^\circ + \arctg \sqrt{\mu},$$

где μ - коэффициент Пуассона материала конструкции. При $\mu = 0,3$ $\varphi_1 = -28,7^\circ$, $\varphi_2 = +28,7^\circ$, $\varphi_3 = 61,3^\circ$, $\varphi_4 = 118,7^\circ$.

(19) **SU** (11) **1693366 A1**

Если перейти при $0,26 \leq \mu \leq 0,33$ к радианной мере, то $\varphi_1 \approx -0,74 \mu - 0,28$, $\varphi_2 \approx 0,74 \mu + 0,28$, $\varphi_3 \approx 0,74 \mu + 1,29$ и $\varphi_4 \approx 0,74 \mu + 1,85$. При нагружении конструкции по показаниям тензорезисторов измеряют деформации $\varepsilon_1 - \varepsilon_4$ конструкции вдоль осей тензорезисторов ТР1-ТР4 и рассчитывают исходные компоненты напряжений $\sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy}$ по следующим соотношениям:

$$\sigma_x = \frac{E}{2(1-\mu)} (\varepsilon_1 + \varepsilon_2); \quad (1)$$

$$\tau_y = \frac{E}{2(1-\mu)} (\varepsilon_3 + \varepsilon_4); \quad (2)$$

$$\tau_{xy} = \frac{(1+\mu) \cdot G}{4\sqrt{\mu}} (\varepsilon_2 - \varepsilon_1 + \varepsilon_4 - \varepsilon_3), \quad (3)$$

где σ_x, σ_y — нормальные напряжения, действующие вдоль осей X и Y;

τ_{xy} — касательные напряжения;

E и G — модуль нормальной упругости и модуль сдвига материала конструкции.

Предлагаемый способ характеризуется высокой точностью определения компонент напряжений $\sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy}$ — случайная погрешность их определения, выраженная в значениях среднеквадратического отклонения (СКО), составляет при $\mu = 0,3$:

$$\begin{aligned} \text{СКО}(\sigma_x) &= \text{СКО}(\sigma_y) = \\ &= 1,01 \cdot E \cdot \text{СКО}(\varepsilon); \end{aligned} \quad (4)$$

$$\text{СКО}(\tau_{xy}) = 1,19 \cdot G \cdot \text{СКО}(\varepsilon), \quad (5)$$

где СКО(ε) — случайная погрешность измерения деформации.

Предлагаемый способ характеризуется высокой надежностью, поскольку, отказ одного из тензорезисторов приводит

лишь к снижению точности определения $\sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy}$ по показаниям трех оставшихся тензорезисторов, одновременный отказ тензорезисторов ТР3 и ТР4 позволяет определять σ_x по соотношению (1) и τ_{xy} с пониженной точностью по соотношению

$$\tau_{xy} = \frac{(1+\mu) \cdot G}{2\sqrt{\mu}} (\varepsilon_2 - \varepsilon_1), \quad (6)$$

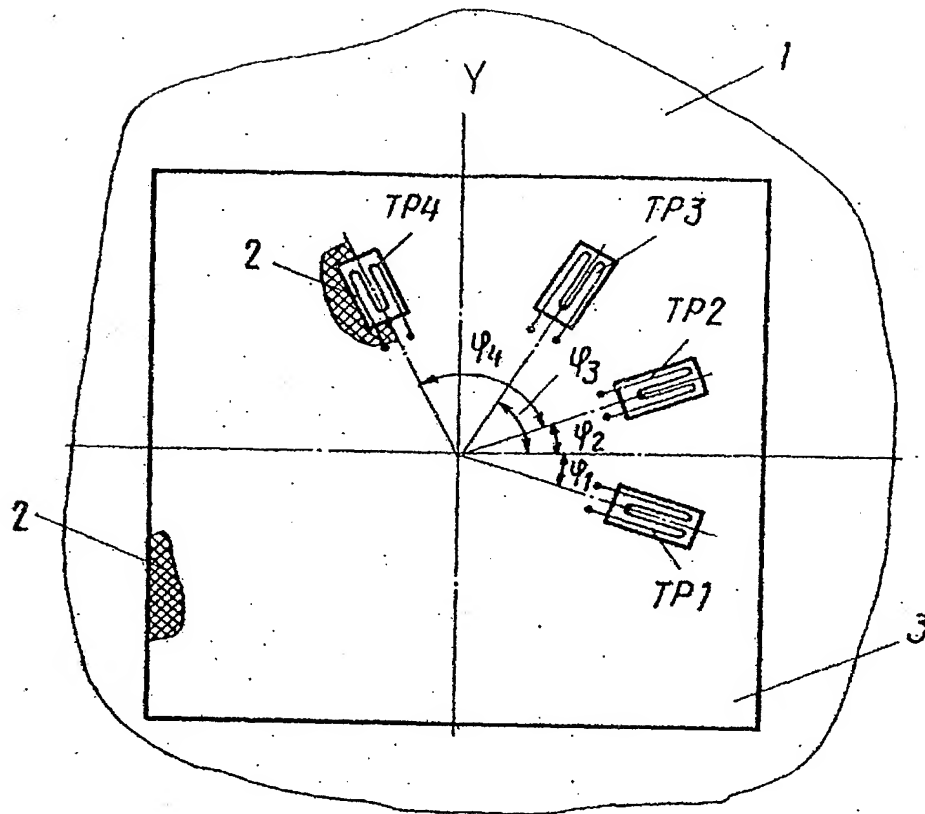
отказ тензорезисторов ТР1 и ТР2 позволяет определять σ_y по соотношению (2) и τ_{xy} по соотношению

$$\tau_{xy} = \frac{(1+\mu) \cdot G}{2\sqrt{\mu}} (\varepsilon_4 - \varepsilon_3), \quad (7)$$

и только совместный отказ других пар тензорезисторов не позволяет определить ни одной искомой компоненты напряжений.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Способ определения компонент напряжений, заключающийся в том, что на поверхности исследуемой конструкции устанавливают четырехкомпонентную розетку тензорезисторов, при нагружении конструкции по показаниям тензорезисторов измеряют деформации вдоль осей тензорезисторов, по которым рассчитывают компоненты напряжений в направлении заданной оси на конструкции, отличающийся тем, что, с целью повышения точности и надежности определения компонент напряжений, тензорезисторы устанавливают относительно заданной оси под углами $\varphi_1 = -\arctg \sqrt{\mu}$, $\varphi_2 = \arctg \sqrt{\mu}$, $\varphi_3 = 90^\circ - \arctg \sqrt{\mu}$, $\varphi_4 = 90^\circ + \arctg \sqrt{\mu}$, где μ — коэффициент Пуассона материала конструкции.



Редактор О.Головач Составитель Е.Вакумова
 Техред М.Моргентал Корректор А.Осауленко

Заказ 4067 Тираж Подписное
 ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул.Гагарина, 101